This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 24 319
QC
703
A4
YC 11022

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
GIFT OF
Berlin Univ.
Class

JAN 15 1901

Ueber die Entladungspotentiale in festen und tropfbarflüssigen Dielektricis.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

von der

Philosophischen Falkultät

der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

genehmigt

und

nebst den beigefügten Thesen

öffentlich zu verteidigen

am

3. Februar 1900

von

John E. Almy

aus Nebraska, Nordamerika.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Opponenten:

Herr **John Evans**, stud. theol.,
„ **Walter G. Cady**, cand. phil.,
„ **Percival Lewis**, Dr. phil.

BERLIN.
MAYER & MÜLLER.
1900.

QC793
A1

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Ueber die Entladungspotentiale in festen und tropfbarflüssigen Dielektricis.

Messungen der Potentialdifferenzen, welche zur Hervorbringung der Funkenentladung in flüssigen und festen Dielektricis nötig sind, sind häufig ausgeführt worden.

Masson[1]) scheint zuerst eine Reihe von Bestimmungen der Entladungspotentiale von Flüssigkeiten gemacht zu haben.

Mac Farlane,[2]) welcher eine Holtz'sche Influenzmaschine und das absolute Elektrometer von Lord Kelvin anwandte, bestimmte das Entladungspotential für Paraffin und einige andere Dielektrika. Später wurden von ihm in Verbindung mit Pierce[3]) weitere Versuche angestellt an festen sowohl wie an tropfbarflüssigen Dielektricis und zwar „mit zwei parallelgeschalteten Funkenstrecken"; eine von ihnen war eine Luftfunkenstrecke, deren Funkenpotential hinlänglich bekannt war, die andere Funkenstrecke ging durch ein anderes, zu prüfendes Dielektrikum.

Monti,[4]) der eine ähnliche Anordnung anwandte, nahm sorgfältige Bestimmungen der Entladungspotentiale des Paraffins vor. Steinmetz[5]) und später Gray[6]) bestimmten die Entladungspotentiale tropfbarflüssiger und fester Dielektrika, indem sie dazu Wechselstrom und Induktoren oder Transformatoren anwandten, um genügend hohe Potentiale zu erhalten. Edmonson[7])

---

[1]) Masson: Ann. de Chim. et de Phys. Ser. 3. Bd. XXX. S. 25.

[2]) Mac Farlane: Phil. Mag. Ser. 5. Bd X. S. 389.

[3]) Mac Farlane und Pierce: Phys. Review. Bd. I. S. 161 und Bd. II. S. 99; 1894.

[4]) Monti: Beiblätter XVIII. S. 249.

[5]) Steinmetz: Trans. Amer. Inst. Electr. Eng. Bd. X. S. 84; 1893.

[6]) Gray: Phys. Review. Bd. VII. S. 199; 1898.

[7]) Edmonson: Phys. Review. Bd. VI. S. 65; 1898.

gebrauchte sowohl konstante Spannungen wie auch Wechselstrom in einer Reihe von Bestimmungen der Entladungspotentiale flüssiger Dielektrika.

Trotz dieser verschiedentlichen Bestimmungen ist der Stand unserer Kenntnisse von jenen Grössen noch kein zufriedenstellender. Die Methoden, welche von den verschiedenen Experimentatoren angewandt wurden, waren sehr verschieden. In einigen Versuchen wurden wechselnde elektromotorische Kräfte, wie sie aus einem Induktorium erhalten werden; in anderen wurde die Potentialdifferenz angewandt, welche die Influenzmaschinen liefern, doch wurde sie schnellen Änderungen ausgesetzt; in noch anderen dagegen wurde eine konstante Potentialdifferenz, oder wenigstens eine Potentialdifferenz benutzt, welche nur sehr allmählicher Änderung unterworfen war.

Und weiter, — in solchen Fällen, wo Glas in Anwendung kam, war das dazu gebrauchte Material nicht von hinlänglich bestimmter Beschaffenheit, nur in wenigen Fällen waren die Eigenschaften des Glases angegeben.

Die Bestimmungen der Entladungspotentiale von tropfbaren Flüssigkeiten enthalten alle, soweit man aus den Beschreibungen der veröffentlichten Arbeiten, und den darin enthaltenen Resultaten schliessen darf, einen wesentlichen Fehler, welcher durch das Vorhandensein kleiner fester Partikelchen in den Flüssigkeiten hervorgerufen ist. Feste Teilchen in einem flüssigen Dielektrikum, in welchem sich zwei stark geladene Elektroden befinden, werden beständig in die Stelle des Feldes gezogen, an welcher die Intensität am grössten ist, und sie üben so einen sehr beträchtlichen Einfluss auf die Funkenentladung zwischen den Elektroden aus.

Daher kommt es, dass die so gefundenen Werte des Entladungspotentials von geringem Nutzen gewesen sind, um die bestimmten physikalischen Konstanten darzustellen, welche die charakteristischen Eigenschaften der betrachteten Flüssigkeiten angeben; dies geht auch aus einer Stelle[1]) in jenen Schriften hervor; „Ich halte die hier angegebenen Bestimmungen

[1]) Gray: Phys. Review. Bd. VII. S. 208.

der Entladungspotentiale von Flüssigkeiten nicht für wissenschaftlich wertvoll", indessen mögen sie sehr wohl die Ergebnisse thatsächlicher Erfahrung darstellen.

In Hinsicht auf diesen wenig befriedigenden Stand unserer Kenntniss von jenen Konstanten erschien es daher nützlich, in eine Untersuchung der Abhängigkeit des Entladungspotentials in festen und flüssigen Dielektricis von den Bedingungen des Versuchs einzutreten, und die Grösse des Entladungspotentials für verschiedene Substanzen zu ermitteln.

Umfang der Arbeit.

§ 2. Die Arbeit scheidet sich naturgemäss in zwei Teile, nämlich I. in einen über feste Dielektrika, und II. in einen anderen über tropfbarflüssige Dielektrika.

I. Die verschiedenen bezüglich fester Dielektrika betrachteten Punkte waren:

1) Bestimmung der Veränderung des Funkenpotentials für eine gegebene Funkenlänge in einem gegebenen Dielektrikum nach, a) Form der Elektroden, b) Polarität der Elektroden, wenn ungleichartige Elektroden benutzt wurden, c) Temperatur des Dielektrikums und d) Konstanz der angewandten Potentiale.
2) Bestimmung der Veränderung des Funkenpotentials mit der Funkenlänge für ein gegebenes Dielektrikum, wobei alle anderen Bedingungen ungeändert bleiben.
3) Bestimmung des Entladungspotentials für die verschiedene festen Dielektrika, wieder unter unveränderten Bedingungen.

II. Die bezüglich tropfbarflüssiger Dielektrika in Betracht gezogenen Punkte waren folgende:

1) Bestimmung des Entladungspotentials für die verschiedenen tropfbarflüssigen Dielektrika, mit veränderlicher Schlagweite, wobei die Bedingungen sonst dieselben blieben.
2) Änderung des Entladungspotentials für eine gegebene Substanz mit der Grösse der angewandten Kugelelektroden.

3) Wirkung der Auflösung einer gewissen Menge einer besser leitenden Substanz in dem Dielektrikum und der damit verbundenen Zunahme der Leitfähigkeit auf das Entladungspotential eines gegebenen Dielektrikums.

I. Teil.

Feste Dielektrika.

§ 3. Der einfache Funkenapparat[1]) war folgendermassen eingerichtet: Die eine Elektrode, entweder eine Stahlspitze oder eine Messingkugel von 2 cm Durchmesser wurde auf dem Ende einer Kupferstange festgeschraubt und mit einem Kitte aus Wachs und Kolophonium in einer Glasröhre von 2,2 cm Durchmesser festgekittet. Dabei wurde die Elektrode so angebracht, dass die Kugel das eben abgeschliffene Röhrenende gerade berührte oder dass die Spitze, wenn diese Form der Elektrode gebraucht wurde, sich genau in der Ebene des Röhrenendes befand. Die Glasröhre wurde vertikal aufgestellt und die gut isolierte Elektrode mit dem geladenen Pol der Elektrisiermaschine in Verbindung gebracht.

Die zu untersuchende Platte aus Glas oder einem anderen Dielektrikum wurde horizontal aufgelegt, so dass sie das Ende der Röhre bedeckte. Darauf wurde ein metallischer Cylinder mit ebenem poliertem Ende als zweite Elektrode auf die Platte gesetzt; diese zweite Elektrode wurde zur Erde verbunden. Ein Tropfen dicken, gut isolierenden Öls wurde unter die Glasplatte gebracht und die Platte dann fest gegen die Elektrode und das Ende der Röhre gedrückt, wodurch Glimmentladung oder eine andere Art der Entladung der geladenen Elektrode durch die Luft verhindert wurde. Eine gewöhnliche, durch einen kleinen Elektromotor betriebene Holtz'sche (Voss'sche) Influenzmaschine lieferte die nötigen Potentialdifferenzen. Der Motor war mit einem Rheostaten versehen, so dass die Geschwindigkeit, mit der er lief, beliebig verändert werden konnte.

[1]) Siehe Tafel, Figur I.

Ein Pol der elektrischen Maschine wurde zur Erde abgeleitet, der andere wurde durch dicke Kupferdrähte mit gelöteten oder Quecksilber Kontakten mit einer Platte des Elektrometers und mit einer Elektrode des Funkenapparates verbunden. Eine mit der Erde in leitende Verbindung gebrachte Stahlnadel wurde so aufgestellt, dass sie ganz allmählich dem geladenen Pol der Influenzmaschine genähert oder von demselben entfernt werden konnte. Durch Änderung ihrer Entfernung von dem geladenen Pol und durch die damit verbundene Änderung in der Grösse der Entladung zwischen Spitze und Pol konnte das von der Maschine gelieferte Potential nach Belieben reguliert werden und konnten Änderungen im Potential ganz allmählich gemacht werden. Es stellte sich dabei heraus, dass die Regelung am vollkommensten durchgeführt werden konnte, wenn der Pol der Maschine positiv geladen war; darum wurde, solange nicht die entgegengesetzte Polarität gebraucht wurde, immer diese Anordnung benutzt.

Elektrometer.[1])

§ 4. Das zur Anwendung gelangende Elektrometer war eine modifizierte Form des Schutzring-Elektrometers, wie sie von Dr. Kaufmann vorgeschlagen worden ist.

Die untere Scheibe, eine Messingplatte mit sorgfältig abgerundeten Kanten, deren Durchmesser 7 cm und deren Dicke 0,5 cm betrug, war auf einem isolierenden Ständer befestigt und diente als feste und geladene Scheibe des Instruments. Die bewegliche Platte, eine dünnere Messingscheibe von 4 cm im Durchmesser, hing bifilar in einem festen Schutzring 2,5 cm über der festen Platte. Ein dünner, ungefähr 5 cm langer Messingstab war an der beweglichen Platte senkrecht über ihrem Mittelpunkt befestigt und trug den Spiegel und den Dämpfer, an dessen oberem Ende die Drähte der bifilaren Aufhängung befestigt waren. Die Drähte der bifilaren Aufhängung bestanden aus Platin; einer von ihnen wurde einer Torsion unterworfen, sodass die Scheibe in einer Stellung gehalten

[1]) Siehe Tafel, Figur 2.

wurde, welche sich um 90° von derjenigen unterschied, die sie einnahm, wenn beide Fäden torsionslos waren. Infolge dessen ist, wenn die feste Platte des Instruments geladen wird und eine senkrecht nach unten gerichtete Anziehungskraft ausübt, die resultierende Bewegung der Platte eine Rotation. Die Grösse dieser Rotation wurde mit Hilfe von Fernrohr und Skala gemessen.

Die bewegliche Scheibe, der Schutzring und alle damit zusammenhängenden Teile des Apparates wurden zur Erde abgeleitet; die feste Platte war mit der geladenen Elektrode des Funkenapparates verbunden. Zur Dämpfung diente ein grosser Toeplerscher Luftdämpfer, mit welchem die Ablesungen schnell gemacht werden konnten. Diese Form des Apparates hat vor dem gewöhnlichen Schutzring-Elektrometer den Vorzug, direkte Ablesungen zu gestatten.

Das zu diesen Messungen benutzte Instrument war nicht genau genug konstruiert, um als absolutes Instrument dienen zu können, wie dies bei einem genau konstruierten und richtig justierten Instrument dieser Art möglich ist. Es wurde daher durch Vergleichung mit einer Luftfunkenstrecke oder infolge dessen indirekt mit einem absoluten Elektrometer kalibriert. Ein mit einem Nonius versehenes Funkenmikrometer mit Messingkugeln von 2 cm Durchmesser als Elektroden erlaubte Ablesungen von 0,001 cm. Nach Heydweiller[1]) sind die Potentialdifferenzen, welche Funkenentladung in Luft zwischen Kugelelektroden von 2 cm Durchmesser bei einer Temperatur von 18° C. und einem Druck von 745 mm verursachen, folgende:

Schlagweite in cm.	Entladungspoten. in C.G.S. Einh.	Schlagweite in cm.	Entladungspoten. in C.G.S. Einh.
0,1	15,7	0,8	86,5
0,2	27,9	0,9	95,8
0,3	37,9	1,0	104,3
0,4	48,3	1,2	118,3
0,5	58,3	1,4	128,8
0,6	67,9	1,6	137,6
0,7	77,5		

[1]) Heydweiller: Wied. Ann. Bd. XLVIII. S. 214.

Wegen Veränderungen der Temperatur und des Druckes wurden an diesen Werten die erforderlichen Korrektionen nach Heydweiller angebracht; ausserdem wurde die so erhaltene Aichung durch ein absolutes Elektrometer kontrolliert und bis auf 2—3 Prozent richtig gefunden.

Die Beständigkeit des Bifilar-Elektrometers ergiebt sich aus folgenden Beobachtungsreihen:

Tage	Ablenkung verursacht durch eine Potentialdifferenz von 104,3 C.G.S. Einh.
Jan. 14	256 Scalenteilen
„ 15	250 „
„ 17	255 „
„ 19	256 „
„ 20	255 „
„ 25	245 „

Beobachtungen.

§ 5. Leider war der Vorrat an solchem Glas, dessen Beschaffenheit und physikalische Eigenschaften hinlänglich bekannt waren, etwas beschränkt, sodass zu den Vorversuchen bei der Bestimmung der Veränderlichkeit des Funkenpotentials mit Form und Polarität der Elektroden und mit der Temperatur des Dielektrikums anderes Glas benutzt werden musste. Es wurden dazu Platten von gewöhnlichem Krystallglas, wie es beim Mikroskopieren gebraucht wird, die gleichmässig dick und aus einer grossen Zahl vorhandener Platten ausgesucht waren, verwandt. Da jedoch beträchtliche Differenzen in Platten von nahezu derselben Dicke gefunden wurden, so wurde jede Reihe von Beobachtungen auf eine einzige Platte beschränkt, und es wurden unter zwei verschiedenen Bedingungen die beiden Prüfungen an Stellen vorgenommen, die einander so nahe wie möglich waren, um einen Mangel an Homogenität in der Platte zu vermeiden.

Zuerst wurde, mit einer Spitze und einer ebenen Platte als Elektroden, die Polarität der Elektroden verändert, um zu bestimmen, ob das Funkenpotential von der Polarität der Elektroden abhängt, wenn die Elektroden ungleich sind. Die erhaltenen Resultate zeigen, dass eine ein wenig grössere

Potentialdifferenz erforderlich ist, um eine Entladung durch eine gegebene Platte hervorzubringen, wenn die Spitze negativ geladen war. Der gesammte Betrag dieser Differenz ist jedoch klein und für die verschiedenen geprüften Platten relativ ungleichmässig. Die folgenden Reihen von Beobachtungen sind typisch:

Tabelle I, 1.

Polarität der Spitzenelektrode	+	−	+	−	+	−
Entladungspotential in C.G.S. Einh.	65,6	71,1	66,5	70	67	70,5
Dicke der Platte in cm.	0,0655	0,0655	0,0654	0,0656	0,0656	0,0655
$\frac{\text{Entladungspot.}}{\text{Dicke}}$	1001	1080	1015	1070	1020	1070

Tabelle I, 2.

Polarität der Spitzenelektrode	+	−	+	−
Entladungspotential	86,4	87	85,6	86,4
Dicke der Platte	0,0725	0,0725	0,0725	0,0720
$\frac{\text{Entladungspot.}}{\text{Dicke d. Platte}}$	1190	1200	1180	1200

Die bei allen geprüften Platten erhaltenen Differenzen waren Werte, welche zwischen den hier angegebenen, d. h. zwischen 2% und 6% lagen.

Sodann wurden mit einer Kugel von 2 cm Durchmesser und einer ebenen Platte als Elektroden ähnliche Beobachtungen angestellt; doch konnte kein merklicher Unterschied beobachtet werden, gleichviel ob die Kugel positiv oder negativ geladen war. Dies zeigt folgende typische Reihe von Beobachtungen:

Tabelle II.

Polarität der Kugelelektrode	+	−	+	−	+	−
Entladungspotential	75	75,3	75,5	74,2	75,5	75,3
Dicke der Platte	0,067	0,067	0,067	0,067	0,0675	0,067
$\frac{\text{Entladungspot.}}{\text{Dicke d. Platte}}$	1120	1124	1127	1109	1118	1124

§ 6. Um die Abhängigkeit des Funkenpotentials für eine gegebene Funkenlänge und in einem gegebenen Medium von der Gestalt der Elektroden zu bestimmen, wurde eine Reihe von Beobachtungen an einer Platte von Krystallglas vorgenommen, wobei abwechselnd Spitze und Ebene und Kugel und Ebene als Elektroden gebraucht wurden. Hier treten jedoch Veränderungen von solcher Grösse auf, dass genaue Bestimmungen der Differenz des Funkenpotentials in diesen beiden Fällen unmöglich werden. Indessen zeigen die Resultate, dass das Funkenpotential grösser ist, wenn Kugel und Platte gebraucht werden; die mittlere Differenz, welche aus einer Anzahl von Platten erhalten wurde, betrug ungefähr 5 Prozent. Im folgenden geben wir eine typische Reihe von Beobachtungen:

Tabelle III.

Elektroden	Spitze und Ebene				Kugel (Rad. = 1 cm) und Ebene			
Entladungspotential	66	65,7	68	68,5	69	71,7	72,6	74,2
Dicke der Platte	0,0655	0,0656	0,066	0,0665	0,0645	0,066	0,0665	0,0675
$\frac{\text{Entladungspot.}}{\text{Dicke}}$	1007	1001	1030	1030	1070	1080	1090	1120

§ 7. Um etwaige Veränderungen des Funkenpotentials mit der Temperatur des Dielektrikums zu bestimmen, wurde die Elektrode des Funkenapparates in geschmolzenem Schwefel eingebettet. Nachdem der Schwefel wieder hart geworden war, wurde der Apparat in einen Ofen für hohe Temperaturen gebracht und konnte nun einer Temperatur von 100° C. ausgesetzt werden. Das Funkenpotential wurde für eine gegebene Glasplatte zuerst bei der Temperatur des Zimmers, 18° C., dann bei einer höheren Temperatur in der Nähe von 100° C. und schliesslich wieder bei der tieferen Temperatur bestimmt.

Die Veränderungen mit der Temperatur sind, wenn sie überhaupt auftreten, kleiner oder nicht grösser als die Differenz zwischen aufeinander folgenden Beobachtungen bei konstanter Temperatur. Daher konnte ein Temperaturkoeffizient des Entladungspotentials für das Temperaturintervall 18°—100° C. nicht bestimmt werden. Er wird indessen in diesem Temperaturintervall kleiner als 0,03 Prozent für einen Grad des hundertteiligen Thermometers sein.

§ 8. Jaumann[1]) hat eine Reihe von Versuchen angestellt, welche zu zeigen scheinen, dass das Entladungspotential in Gasen grösser ist, wenn die Potentialdifferenz allmählich und stetig vermehrt wird, als wenn das Potential kleinen aber unstetigen Veränderungen ausgesetzt wird.

Ein ähnlicher Erfolg zeigte sich in dem Falle der festen Dielektrika, wenn genügend grosse Schwankungen da waren. Die Methode, welche angewandt wurde, um diese Erscheinung zu zeigen, war folgende: Das Luftfunken-Mikrometer, welches Kugelelektroden von 2 cm Durchmesser hatte, wurde im Nebenschluss mit dem Funkenapparat verbunden, der Glas zwischen seinen Elektroden hatte. Das Entladungspotential für eine gegebene Platte wurde zuerst bestimmt, wenn der Nebenstromkreis vollständig ausser Betracht kam; demnächst wurden die Elektroden des Funkenmikrometers näher aneinander gebracht, so dass die Entladung ihren Weg eher durch die Luft nahm, als durch das Glas in dem anderen Stromkreis; wenn dann eine schnelle Folge von Funkenentladungen beständig statthatte, so wurden die Elektroden allmählich von einander entfernt, bis die Entladung ihren Weg durch das feste Dielektrikum in dem anderen Zweigstromkreis nahm.

Nimmt man die Potentialdifferenz, welche der Luftstrecke entspricht, die man so erhält, ehe die Entladung ihren Weg durch das feste Dielektrikum nimmt, als Entladungspotential für dieses, so erhält man, wenn das benutzte Potential oscilliert, einen kleineren Wert für das Funkenpotential, als wenn

[1]) Jaumann: Sitz. ber. d. Wien. Akad. 97, S. 765; 1888.

das benutzte Potential keinen Oscillationen unterworfen ist. Dass der Betrag der Änderung in dem Funkenpotential für eine gegebene Platte, welcher einer Schwankung des benutzten Potentials entspricht, von der Grösse und Schnelligkeit der Schwankung abhänge, scheint möglich, aber die Bestimmung irgend einer solchen Abhängigkeit wurde nicht versucht. Der Zweck dieser Versuche war nur der, die Existenz dieser Änderung festzustellen, und das scheinen sie gethan zu haben. Mehr als das wurde nicht unternommen.

Die Beobachtungen wurden auf die verschiedenen, genügend bestimmten Arten von Jenenser Glas, die zur Hand waren, und auf Glimmer ausgedehnt. Die verschiedenen Glassorten, deren chemische Zusammensetzung in § 10 angegeben ist, sind hier durch eine Zahl bezeichnet. Die folgenden Reihen von Beobachtungen zeigen die Grösse der Änderung in dem Funkenpotential für die verschiedenen Substanzen:[1])

Tabelle IV.

Dielektrikum	Dicke der Platte in cm	Ohne Oscillationen in den Potentialdifferenzen		Mit Schwankungen od. Oscill. in der Potentialdifferenzen angewandten		
		Entladungspotential in C.G.S.-Einh.	Entladungspotential / Dicke	Schlagweite in Luft bei 18° C. in cm.	Entsprechende Potentialdifferenz. Entladungspot.	Potentialdifferenz / Dicke
Glas I.	0,150	113,5	750	0,92	97,0	650
Glas IV.	0,160	133,0	820	1,15	114,0	710
Glas V.	0,076	128,0	1720	0,90	96,0	1260
Glas VI.	0,041	111,8	2720	0,80	86,5	2110
Glas XI.	0,041	138,0	3370	0,84	90,4	2200
Glimmer	0,0033	70,3	22000	0,17	24,4	7320
	0,006	124,0	20600	0,255	32,5	5420

Es ist interessant, aus der Arbeit von Gray,[2]) welcher Wechselstrom und Induktor anwandte, zu citieren, dass der Wert des Verhältnisses $\frac{\text{Funkenpotential}}{\text{Funkenlänge}}$, der für Glimmer — der einzigen Substanz, für welche Vergleichung möglich ist — gefunden

[1]) Paraffin zeigte diesen Unterschied fast gar nicht.

[2]) Gray: loc. cit.

wurde, 6660 war, ein Wert von ungefähr derselben Grössenordnung, wie er hier mit oscillierendem Potential erhalten wurde, der ausserdem viel kleiner als der ist, welcher mit langsam und stetig gesteigertem Potential erhalten wird.

Es kann der Einwand gemacht werden, dass die Potentialdifferenz, welche für eine gegebene Luftfunkenstrecke ohne Oscillationen nötig ist, nicht die Potentialdifferenz ist, bei welcher jener Funken durch ein oscillierendes Potential, wie es hier gebraucht wurde, hervorgebracht wird, und dass daher die oben als „entsprechende Potentialdifferenzen" angegebenen Werte nicht richtig sind. Das ist zwar möglich; wenn aber die Angaben der Jaumann'schen Arbeit für annehmbar gehalten werden,[1]) so sind die angegebenen Werte, wenn auch nicht richtig, so doch nicht grösser als die richtigen Werte. Daher wird durch diesen Umstand der oben gezogene Schluss nicht beeinträchtigt.

Die von mehreren Experimentatoren zur Bestimmung des Entladungspotentials in festen und flüssigen Dielektricis angewandten Methoden waren ähnlich der in dieser Arbeit angewandten Methode mit oscillierenden Potentialen, indem die Luftstrecke bestimmt wurde, für welche die Entladung ihren Weg nicht mehr durch Luft, sondern durch das in einen Nebenstromkreis geschaltete feste oder flüssige Dielektrikum nahm. Infolgedessen kann die Richtigkeit der so bestimmten Werte des Entladungspotentials mit Recht bezweifelt werden.

§ 9. Nachdem die relative Grösse der verschiedenen Änderungen in der Potentialdifferenz, welche nötig ist, um Funkenentladung durch eine gegebene Dicke eines bestimmten Materials hervorzubringen, bestimmt war, war der nächste in Angriff genommene Punkt die Bestimmung der Beziehung zwischen Funkenpotential und Funkenlänge für eine hinlänglich bestimmte Substanz, wobei andere Bedingungen gleichförmig erhalten blieben und alle möglichen Ursachen von Änderungen ausgeschlossen waren.

Zu Elektroden wurden Kugel und Ebene genommen,

[1]) Siehe J. J. Thomson: Recent Researches in Electricity and Magnetism. § 203—205.

da die Änderungen, die durch Wechsel der Polarität entstehen, hier zu vernachlässigen sind. Das Potential wurde ohne Oscillationen gesteigert, soweit von den recht kleinen durch die Anwendung einer Influenzmaschine bedingten Oscillationen abgesehen werden kann.

Das zur Anwendung kommende Material bestand aus Platten eines Jenenser Glases — I („709“), dessen Zusammensetzung in § 10 angegeben ist. Dieses Glas hat den Brechungsexponenten 1,5632, sein Elastizitätsmodul ist 6,76. 10^{11} C.G.S., sein spezifischer Widerstand bei 220° C ist 1,74. 10^{10} Ohm.

Die benutzten Platten, welche scheinbar aus einem Stück geschnitten waren, wurden bis zu den verschiedenen verlangten Dicken abgeschliffen. Um zu beweisen, dass kein Unterschied in der Qualität der verschiedenen Platten bestehe, wurden kleine Teile der dickeren Platten bis zur Dicke der dünnsten abgeschliffen und untersucht; die so erhaltenen Resultate stimmen mit denen der anderen Platten überein.

Die grösste erreichbare Genauigkeit, d. h. der Grad der Übereinstimmung zwischen verschiedenen Beobachtungen an derselben Platte, übersteigt im allgemeinen nicht ca. 5 Prozent. Die folgende Tabelle enthält charakteristische Beobachtungen. Alle Messungen sind in C. G. S.-Einheiten angegeben.

Tabelle V. Glas I („709“).

Dicke der Platte	Entladungspotential	Entladungspotential / Dicke	Entladungspot. für diese Schlagweite in Luft (Paschen)	Entlad.-Pot. in Glas / Entlad.-Pot. in Luft	Luft-Schlagweite, welche entspricht dem Potential von Spalte 2	Schlagweite in Luft / Schlagweite in Glas
0,041	58,6	1430	8,21	7,14	0,505	12,3
0,055	67,0	1220	10,20	6,56	0,591	10,7
0,061	71,1	1160	10,91	6,52	0,64	10,4
0,100	77,0	770	15,86	4,90	0,695	6,95
0,110	87,5	795	16,76	5,22	0,80	7,29
0,125	94,5	752	18,80	5,00	0,88	7,04
0,138	100,0	724	20,32	4,92	0,966	7,00
0,142	104,0	730	20,72	5,02	1,00	7,27
0,150	113,5	750	21,92	5,18	1,13	7,50
0,160	114,5	710	23,10	4,95	1,15	7,17
0,175	120,1	690	24,80	4,84	1,24	7,05
0,216	132,0	612	29,30	4,50	1,47	6,80
0,220	133,0	605	29,75	4,47	1,48	6,70
0,228	135,0	596	30,60	4,41	1,55	6,80

Die zahlreichen Beobachtungen, welche an allen Platten aller Dicken gemacht wurden, sind nicht in dieser Tabelle aufgezählt; es ist von allen nur ein Mittelwert angegeben. Die Spalten 4 und 5 der Tabelle, welche aus Bestimmungen von Paschen[1]) berechnet sind, sind beigegeben zur Vergleichung des Entladungspotentials von Luft und Glas bei gleichen Funkenlängen; die Spalten 6 und 7 dagegen dienen zur Vergleichung der Funkenlängen in beiden Medien für gegebene Potentialdifferenzen.

§ 10. Nunmehr wurde das Entladungspotential verschiedener Glassorten bestimmt. Von fünf verschiedenen Jenenser Gläsern wurden Proben von den Herrn Schott u. Genossen freundlichst geliefert; es waren dies Glassorten, deren Zusammensetzung hinlänglich bekannt ist und von deren physikalischen Eigenschaften viele bestimmt sind.

Die Zusammensetzung dieser Gläser war folgende:

Glas	%-Gehalt									
	As_2O_3	Ba O	B_2O_3	Ca O	K_2O	Mn_2O_3	Na_2O	Pb O	$Si O_2$	Zn O
I. („709“)	0,4	.	.	.	.	0,06	17,0	.	70,54	12,0
IV. („1722“)	0,4	5	.	.	.	0,06	17,0	2,6	69,54	5,3
V. („512“)	0,3	.	2,5	.	15	0,04	5,0	.	70,37	13,5
VI. (1675)	0,3	.	2,6	4,5	16	0,08	6,0	2,9	67,62	.
XI. (1766)	0,2	3	.	.	8	0,10	4,5	36,0	48,2	.

Das Entladungspotential einiger dieser Glassorten war so gross, dass nur dünne Platten gebraucht werden konnten. Es ergab sich als typische Beobachtungsreihe die folgende:

Tabelle VI.

Glas	Dicke der Platte in cm	Entladungspotent. in C.G.S.-Einheiten	Entladungspotent. / Dicke der Platte
I. („709“)	0,041	58,6	1430
	0,142	104,3	735
	0,228	135,0	596
IV. („1722“)	0,149	118,6	800
	0,160	133,0	820
V. („512“)	0,076	127,5	1710
VI. („1675“)	0,041	109,8	2680
XI. („1766“)	0,041	137,0	3350

) Paschen: Wied. Ann. Bd. 37, S. 79; 1889.

Der elektrische Widerstand dieser verschiedenen Glassorten war von Denizot[1]), ihr Brechungsexponent und ihre Leitfähigkeit für Wärme war von Focke[2]), und ihr Elastizitätsmodul war von Winkelmann und Schott[3]) bestimmt worden. Die Werte dieser Konstanten sowie das Entladungspotential einer 0,1 cm dicken Platte waren wie folgt:

Tabelle VII.

Glas	Brechungs-Exponent	Elasticitätsmodul in cm, gram.	Wärmeleitungsvermögen (C.G.S.-Einh.)	Specifischer Widerstand bei 220° C. in Ohms	Entladungspot. Schlagweite für eine Schlagweite 0,1 cm.
I.	1,5132	$6{,}76 \cdot 10^{11}$	$2{,}46 \cdot 10^{-3}$	$1{,}74 \cdot 10^{10}$	835
IV.	—	—	—	$4{,}05 \cdot 10^{10}$	960
V.	1,5129	$6{,}1 \cdot 10^{11}$	$2{,}19 \cdot 10^{-3}$	$6{,}54 \cdot 10^{12}$	1430
VI.	1,5174*	$7{,}19 \cdot 10^{11}$*	$3{,}39 \cdot 10^{-3}$*	$2{,}41 \cdot 10^{13}$	1560
XI.	1,5708*	$6{,}64 \cdot 10^{11}$*	$2{,}41 \cdot 10^{-3}$*	$3{,}7 \cdot 10^{14}$	1960

Man erhält also dieselbe Reihenfolge der Glassorten, mag man sie nach dem Ohm'schen Widerstand oder nach der elektrischen Festigkeit ordnen.

§ 11. Auch mit anderen festen Dielektricis, wie mit Glimmer, Quartz, Paraffin und Ebonit wurde gearbeitet. Glimmer: — Glimmerplatten müssen sehr sorgfältig ausgesucht sein. Das Vorhandensein von Luftzwischenräumen zwischen den verschiedenen Schichten einer Platte ruft einen beträchtlichen Unterschied in der Potentialdifferenz hervor, die zur Durchschlagung einer gegebenen Platte nötig ist; biegt man die Platte so, dass die verschiedenen Schichten von einander getrennt werden, so verkleinert man das Entladungspotential der Platte. Die folgende Beobachtungsreihe ist an Platten gemacht worden, die soweit wie möglich von Unvollkommenheiten frei waren:

---

[1]) Denizot: Inaug. Dissert. Berlin; 1897.

[2]) Focke: Wied. Ann. Bd. LXVII. S. 133; 1899.

[3]) Winckelmann u. Schott: Wied. Ann. Bd. LXI. S. 103; Bd. LI. S. 697.

*) Diese Werte gehören einigen Glasarten, die nicht ganz genau mit VI und XI identisch sind, aber sehr nahezu ihrer Zusammensetzung nach.

*

Tabelle VIII. **Glimmer.**

Dicke der Platte	Entladungs-Potential	Quotient, $\frac{\text{Entladungspot.}}{\text{Dicke}}$
0,0031 cm	68,8 C.G.S.-Einh.	22300 (C. G. S.)
0,0032 „	70,3 „ „	22000 „
0,0035 „	77,5 „ „	22100 „
0,0036 „	78,3 „ „	21700 „
0,0060 „	122,3 „ „	20370 „

Quarz: — Die Potentialdifferenz, welche nötig ist, um Funkenentladung durch Quartz hindurch hervorzurufen, wurde sowohl für Platten, die parallel zur optischen Achse des Krystalls, als auch für Platten, die senkrecht zu ihr geschnitten waren, bestimmt. Es stellt sich eine beträchtliche Verschiedenheit des Entladungspotentials in beiden Fällen heraus, und zwar ist das Entladungspotential grösser, wenn die Entladung in der zur optischen Achse senkrechten Richtung stattfindet, d. h. für eine parallel zur optischen Achse geschliffene Platte. Dem entspricht, dass, wie Warburg[1]) und Tegetmeier gezeigt haben, der elektrische Widerstand einer parallel zur optischen Achse geschnittenen Platte sehr viel grösser ist als der einer senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Platte. Die auf sehr dünne Platten beschränkten Beobachtungen sind:

Tabelle IX. **Quarz.**

Quarz-Platte, geschnitten	Dicke d. Platte	Entladungs-Potential.	Entladungs-Pot. Dicke d. Platte
senkrecht zur optischen Achse	0,020 cm	76,4 C.G.S.-Einh.	3370
parallel zur optischen Achse	0,020 „	102,6 „ „	5130

Paraffin: — Die in dieser Arbeit angewandte Methode passte nicht recht für Bestimmungen mit Paraffin, da die Herstellung und Handhabung dünner Paraffinplatten, die frei von Poren und anderen Unvollkommenheiten waren, schwierig

[1]) Warburg u. Tegetmeier: Wied. Ann. Bd. XXX. S. 442; und Bd. XXXV. S. 455.

war. Durch Auswahl aus einer grossen Zahl für diesen Zweck hergestellter Platten wurde ein hinreichender Grad der Genauigkeit oder wenigstens der Beständigkeit der Resultate erzielt. Die erhaltenen Werte stimmen auch mit den von Monti bestimmten Werten überein, der sein Paraffin im luftleeren Raum schmolz, um Luftblasen zu vermeiden. Die gemachten Beobachtungen waren folgende:

Tabelle X. **Paraffin.**

Schlagweiten in cm.	Entladungs-Pot. in C.G.S.-Einheiten	Quotient, $\frac{\text{Entladungspot.}}{\text{Schlagweite}}$	Werte dieses Quotients nach Monti
0,015	63,0	4200	4600
0,020	84,0	4200	4500
0,023	101,0	4290	4350
0,024	101,6	4230	4300
0,030	128,8	4290	4200
0,0335	141,6	4240	4000

Ebonit: — Selbst das beste Ebonit, das erhalten werden konnte, ist nicht ganz homogen, so dass die Platten nicht bis auf Dicken von weniger als 0,015 cm. abgeschliffen werden konnten, ohne dass kleine Poren auftraten. Eine 0,015 cm. dicke Platte wurde jedoch nicht von der grössten messbaren Potentialdifferenz — ca. 140 C. G. S. Einheiten — durchschlagen. Daher konnten Bestimmungen des Entladungspotentials nicht vorgenommen werden. Es kann indessen behauptet werden, dass für eine Dicke von 0,015 cm das Entladungspotential des Ebonits grösser ist als 140 C. G. S.-Einheiten.

II. Teil.

Flüssige Dielektrika.

§ 12. Die Hauptschwierigkeit bei der Bestimmung der Potentialdifferenz, welche zur Hervorbringung der Funkenentladung in einem flüssigen Dielektrikum erforderlich ist, — eine Schwierigkeit, welche, soweit aus den veröffentlichten Arbeiten geschlossen werden darf, bisher noch nicht überwunden ist, — liegt in der Reinigung der Flüssigkeit von kleinen,

festen Bestandteilen, wie vom Staub aus der Luft oder sonstigen Fremdkörpern, die sich stets in einer Flüssigkeit finden. Feste Bestandteile, die in einem flüssigen Dielektrikum vorhanden sind, werden sofort in denjenigen Teil gezogen, wo die elektrische Kraft am grössten ist, d. h. gerade zwischen die Elektroden, und daher erleichtern sie, entweder weil sie infolge ihrer Eigenschaft als gute Leiter wie Elektroden wirken, oder weil die Funkenentladung längs der Berührungsfläche beider Dielektrika eher einzutreten scheint[1]), die Entladung, so dass die Funkenentladung bei einer viel niedrigeren Potentialdifferenz stattfindet, als dies der Fall sein würde, wenn die festen Bestandteile entfernt wären. Eine andere Ursache dieser Fehlerquelle, welche wahrscheinlich nicht beachtet worden ist, ist, infolge der Wirkung der Funkenentladung, die Bildung fester Körper, gewöhnlich wahrscheinlich von Kohlenstoff, welcher fast immer auftritt, da die benutzten Dielektrika gewöhnlich Kohlenwasserstoffe sind.

Soll eine Zahl, eine physikalische Konstante, welche für das untersuchte Dielektrikum charakteristisch ist, bestimmt werden, soll der wahre Wert des Entladungspotentials des Dielektrikums bestimmt werden, so müssen diese Fehler vermieden werden.

Methode; Apparat.[2])

§ 13. Die Methode, welche angewandt wurde, um diese Fehler zu beseitigen, war die folgende: die Flüssigkeit wurde von festen Teilchen durch Filtrieren durch eine unglasierte poröse Thonzelle befreit, wozu eine gewöhnliche Batteriezelle gebraucht wurde. Die Funkenelektroden waren in einem geschlossenen und sorgfältig gereinigten Gefäss eingeschlossen; dies Gefäss war gereinigt worden durch wiederholtes Waschen mit Flüssigkeit, welche durch die poröse Zelle direkt in das Gefäss

---

[1]) Pierce: Phys. Review, Bd. II. S. 99.

[2]) Cf. Tafel 1, Fig. 3.

filtriert war, wodurch jede Ansammlung von Staub vermieden wurde.

Der Apparat (Cf. Fig. 3, Tafel 1) war folgendermassen eingerichtet: Ein flaschenförmiges Glasgefäss hatte einen weiten Hals, der so gestaltet war, dass er eine poröse Zelle gerade einschliessen konnte; der Hals des Gefässes verengte sich gerade über dessen Bauch, so dass die poröse Zelle nicht in den Bauch hinabsinken konnte; ein Gummiring um den oberen Rand der Zelle verschloss den Zwischenraum zwischen Zelle und Flasche. Der Bauch der Flasche war mit mehreren Öffnungen versehen; zwei an entgegengesetzten Seiten waren durch Stopfen verschlossen, welche die Elektroden hielten; eine dritte am oberen Ende stellte eine Verbindung mit einer Luftpumpe her, mittelst welcher der Apparat teilweise luftleer gemacht und das Filtrieren beschleunigt werden konnte. Die Elektroden, Messingkugeln von 2 cm Durchmesser wurden auf die Enden von dicken Messingstangen geschraubt, und diese gingen durch die Gefässöffnungen, durch die Glasstopfen des Apparates, in die sie auch eingekittet waren. Eine auch durch einen Stopfen verschliessbare Öffnung den Elektroden gegenüber erlaubt eine genaue Messung der Entfernung beider Elektroden mittelst des Opthalmometers. Schliesslich diente eine Röhre, welche von dem Boden der Flasche ausging und durch einen Hahn verschliessbar war, zur Leerung des Apparats. Alle Öffnungen waren luftdicht verschliessbar. Wenn Luft in den Apparat gelassen wurde, um die Flüssigkeit herauszutreiben, um den Apparat zu spülen u. s. w., so musste sie erst durch feine Gaze und durch eine Reihe von Wasser- und Schwefelsäureflaschen streichen, um frei von Staub und trocken zu werden.

Es stellte sich heraus, dass sich nach dem Durchgang eines einzigen Funkens ein oder mehrere feste Teilchen bildeten, so dass nochmaliges Filtrieren der Flüssigkeit und nochmaliges Ausspülen des Apparats nach jeder Beobachtung nötig wurde. Späterhin wurde gefunden, dass selbst nach einem vollständigen Ausspülen die Entladungs-Potentialdifferenz geringer als vorher

war. Eine Untersuchung der Elektroden ergab, dass sich infolge der Entladung ein oder mehr kleine, hervorstehende Punkte gebildet hatten. Erst nachdem die Elektroden wieder poliert worden waren, war das Entladungspotential wieder so hoch wie für die erste Entladung.

Die relative Grösse des Fehlers unter den verschiedenen Umständen zeigt sich an folgender Reihe von Beobachtungen, die an Xylol und für eine Funkenlänge von 0,04 cm gemacht wurde:

Bedingungen.	Entl'd'gs. Potentialdiff.
1) Die Flüssigkeit ist zwar rein, ist aber in einem offenen Gefäss dem atmosphärischen Staub ausgesetzt gewesen . .	10—20 C. G. S. Einh.
2) Die Flüssigkeit ist erst durch Fliesspapier, dann durch feine Seide gefiltert . .	25—40 C. G. S. „
3) In dem verschlossenen Apparat, nachdem ein einziger Funke übergegangen ist .	55—65 C. G. S. „
4) Nach dem ersten Funken, aber mit völlig gereinigtem Apparat	80—85 C. G. S. „
5) Sorgfältig rein und mit polierten Elektroden	93 C. G. S. „

Aus diesen Beobachtungen geht klar hervor, dass die Reinheit der Flüssigkeit, d. h. ihr Freisein von Staubteilchen ein Faktor von grösster Bedeutung ist, ebenso wie der Zustand der Elektrodenoberflächen, obwohl die letztere nicht in demselben Grade Einfluss hat.

Die Werte des Entladungspotentials, die von früheren Experimentatoren[1]) erhalten wurden, sind von derselben Grössenordnung wie die, welche unter den obigen Bedingungen 1) und 2) erhalten wurden: zum Beispiel sind die für eine Funkenlänge von 0,06 cm angegebenen Werte folgende:

	Edmonson	Mac Farlane
für Xylol . . .	14 C. G. S. Einh.	—
„ Terpentinöl .	23 „ „	18 C. G. S. Einh.
„ Petroleum .	— „ „	10 „ „

Daraus müssen wir den Schluss ziehen, dass bei jenen Bestimmungen die angewandte Flüssigkeit von festen Teilchen nicht befreit worden war.

---

[1]) Siehe; Mac Farlane, Gray, Edmonson u. s. w. loc. cit.

Zwischen auf einander folgenden Beobachtungen ist es nötig, den Apparat auseinander zu nehmen, die Elektroden wieder zu polieren, die Entfernung der Elektroden zu messen und schliesslich den Apparat sorgfältig mit filtrierter Flüssigkeit auszuwaschen.

§ 14. Es entsteht hier naturgemäss die Frage: Ist die Flüssigkeit, nachdem sie diesem Prozesse unterworfen ist, nun gänzlich frei von festen Teilchen?

Dass sicher keine Teilchen mehr da sind, die mit dem blossen Auge oder mit einer Lupe gesehen werden können, kann behauptet werden.

Es wäre gewiss zu wünschen, dass eine Methode bekannt wäre, um das gänzliche Fehlen fester Teilchen in einer gegebenen Flüssigkeit zu beweisen; aber solch eine Methode wurde nicht gefunden.

Es ist eine wohlbekannte Thatsache, dass die Anwesenheit von festen Teilchen in einer Flüssigkeit oder in einem Gase von folgenden Erscheinungen begleitet ist: Wenn ein Strahl parallelen Lichtes, der durch die Flüssigkeit geschickt wird, von der Seite gesehen wird, sodass die Sehrichtung senkrecht zur Richtung des Lichtstrahls steht, dann wird der Weg des Lichtstrahls sichtbar gemacht durch Licht, welches unter rechten Winkeln zur Richtung des Strahles ausgeht, und dieses Licht ist mehr oder weniger gradlinig polarisiert, sodass es durch ein Nicol'sches Prisma ausgelöscht werden kann. Wenn verhältnissmässig grosse Teilchen anwesend sind, so tritt gewöhnliche Reflektion von ihren Oberflächen ein, und das unter rechten Winkeln ausgehende Licht ist nicht gradlinig polarisiert. Wenn die Teilchen im Verhältniss zur Wellenlänge des Lichtes klein sind, so ist das ausgesandte polarisierte Licht blau gefärbt, wie Tyndall[1]) gezeigt hat.

Ob indessen die Anwesenheit fester Teilchen in der Flüssigkeit eine notwendige Bedingung für diese Ausstrahlung

---

[1]) Tyndall: Phil. Mag. Ser. 4, Bd. 37, S. 384; auch Strutt: Phil. Mag. Ser. 4, Bd. 41, S. 101.

polarisierten Lichtes ist, scheint eine Frage zu sein, die bisher noch nicht entschieden ist. Soviel man darüber ausfindig machen kann, ist gänzliches Fehlen dieser Wirkung bei Flüssigkeiten nicht erzielt worden. Dagegen nimmt der Betrag des ausgesandten polarisierten Lichtes mit der Zahl der in der Flüssigkeit vorhandenen festen Teilchen zu.

In dem geschlossenen Apparat wurde nun Flüssigkeit, welche wiederholt durch die poröse Zelle filtriert worden war, dieser optischen Prüfung unterworfen. Polarisiertes Licht wurde zwar immer noch von dem Bündel der parallelen Strahlen, welches zwischen die Elektroden hindurch geschickt war, rechtwinklig ausgesandt, aber sein Betrag war ganz bedeutend kleiner, als wenn auf gewöhnlichem Wege gereinigte Flüssigkeit gebraucht wurde. Es gab keine einfache Reflektion, wie sie eintritt, wenn grössere Teilchen anwesend sind; es gab kein Anwachsen der Wirkung zwischen den Elektroden, wenn dieselben geladen waren, was man erwarten kann, wenn feste Teilchen zugegen sind, also sammelten sie sich nicht zwischen den Elektroden an, was grössere Teilchen thun; schliesslich zeigte das ausgesandte Licht einen bläulichen Schimmer.

Diese Resultate scheinen zu ergeben, dass feste Teilchen, wenn überhaupt anwesend, nur in sehr geringem Betrage vorhanden sind und dass sie von den geladenen Elektroden nicht beeinflusst werden, oder dass sie sich wenigstens nicht zwischen denselben ansammeln. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Wirkung solcher vielleicht anwesender fester Teilchen so klein ist, dass sie vernachlässigt werden kann.

Beobachtungen.

§ 15. Die Flüssigkeiten, mit denen gearbeitet wurde, waren die gebräuchlichen und weniger zähen isolierenden Flüssigkeiten, wie Terpentinöl, Petroleum, Xylol und Benzol.

Terpentin: Terpentin, wie er in Chemikalien-Läden käuflich ist, wurde im Glasapparat destilliert und dann verwandt. Die dabei erhaltene Genauigkeit, d. h. die

Übereinstimmung zwischen verschiedenen Beobachtungen bei gleicher Funkenlänge bewegte sich innerhalb 3 Prozent.

Die an Elektroden von 1 cm Radius gemachten Beobachtungen waren:

Tabelle XI. **Terpentinöl.**

Schlagweite	Entladungs-Potential	Potential / Schlagweite
0,0184 cm	46,0 C.G.S.-Einh.	2500 (C.G.S.)
0,0354 „	69,0 „ „	1950 „
0,0460 „	86,9 „ „	1890 „
0,0650 „	111,7 „ „	1720 „
0,0670 „	119,0 „ „	1770 „
0,086 „	135,7 „ „	1570 „

Petroleum: Im Handel erhältliches Petroleum wurde anfänglich gebraucht, nachdem es destilliert war, später wurde es ohne Destillation verwandt; in beiden Fällen wurde kein Unterschied bemerkt. Die dabei erhaltene Genauigkeit bewegte sich wie beim Terpentinöl innerhalb 3 Prozent.

Die an Kugelelektroden von 1 cm Radius gemachten Beobachtungen waren folgende:

Tabelle XII. **Petroleum.**

Schlagweite	Entladungs-Potential	Potential / Schlagweite
0,016 cm	46,0 C.G.S.-Einh.	2870
0,026 „	72,0 „ „	2770
0,028 „	74,5 „ „	2660
0,0341 „	86,5 „ „	2530
0,046 „	105,7 „ „	2300
0,052 „	121,0 „ „	2320
0,053 „	118,5 „ „	2270

Xylol: Chemisch reines, von mir destilliertes Xylol wurde zu den Bestimmungen benutzt. Die erhaltene Genauigkeit betrug wie bei den anderen Flüssigkeiten ungefähr 3 Prozent. An Kugelelektroden von 1 cm Radius wurden folgende Beobachtungen gemacht:

Tabelle XIII. **Xylol.**

Schlagweite	Entladungs-Potential	Potential / Schlagweite
0,024 cm	72,0 C.G.S.-Einh.	3000 (C.G.S.)
0,032 „	83,2 „ „	2600 „
0,044 „	97,0 „ „	2200 „
0,045 „	94,0 „ „	2090 „
0,054 „	110,0 „ „	2040 „
0,0595 „	118,0 „ „	1990 „
0,0635 „	125,0 „ „	1985 „
0,064 „	125,6 „ „	1990 „
0,067 „	131,5 „ „	1950 „

Benzol: Die Flüssigkeiten, mit denen vorher gearbeitet wurde, waren fluoreszierend; daher konnten sie nicht zur optischen Prüfung auf die etwaige Anwesenheit fester Teilchen hin benutzt werden. Zu diesem Zweck wurde Benzol gebraucht, und infolge dessen wurden auch einige Bestimmungen seines Entladungs-Potentials gemacht; es sind folgende:

Tabelle XIV. **Benzol.**

Schlagweite	Entladungs-Potential	Potential / Schlagweite
0,045 cm	98,5 C.G.S.-Einh.	2180
0,054 „	114,0 „ „	2130

An dieser Flüssigkeit wurde festgestellt, dass die Potentialdifferenz, welche erforderlich war, damit ein zweiter Funke in dem noch ungereinigten Apparat überging, nur ungefähr ein Zehntel der Potentialdifferenz des ersten Funkens betrug.

§ 16. Aus den Resultaten des § 9 (Tabelle V,2) ergiebt sich, dass, wenn man verschiedene Glassorten nach ihrem Entladungspotential anordnet, sie dieselbe Reihenfolge bilden, als wenn man sie nach ihrem Ohm'schen Widerstande anordnet. Dieser Umstand lässt es als möglich erscheinen, eine Beziehung zwischen dem Entladungspotential und dem elektrischen Widerstand von Isolatoren ähnlicher Zusammensetzung aufzustellen.

Das Entladungspotential einer fünfprozentigen Lösung von Anilin in Xylol wurde bestimmt, um darzuthun, ob die damit verbundene sehr beträchtliche Zunahme der Leitfähigkeit

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

der Flüssigkeit von einer entsprechenden Abnahme des Entladungspotentials begleitet war. Die Beobachtungen zeigen, dass keine bedeutende Abnahme des Entladungspotentials die Folge ist. Die Beobachtungen sind:

Schlagweite	Entladungs-Potent.	Quotient, $\frac{\text{Potential}}{\text{Schlagweite}}$	Dieser Quotient für reines Xylol
0,044 cm	96,0 C.G.S.-Einh.	2180	2200
0,0455 „	97,0 „ „	2085	2090

Dass eine sehr starke Zunahme der Leitfähigkeit der Flüssigkeit durch Zuthun von Anilin hervorgebracht worden ist, steht ausser Frage. Dass eine vorzügliche Leitung zwischen den Elektroden bestand, war offenbar, denn es konnte die zur Funkenentladung erforderliche Potentialdifferenz nur mit Mühe erreicht werden, was der raschen Strömung zwischen den Elektroden zugeschrieben werden muss.

Es ist dabei indessen zu beachten, dass die besser leitende Flüssigkeit von der Stelle vertrieben wird, wo die elektrische Intensität am grössten ist und wo daher Funkenentladung stattfindet, wie dies nachweislich unter anderen Bedingungen der Fall ist,[1]) und dass infolge dessen die Flüssigkeit, für welche das Entladungspotential wirklich bestimmt wurde, auch in diesem Falle ganz oder sehr nahezu reines Xylol sein kann.

§ 17. Bei der Untersuchung an festen Dielektricis haben wir gesehen (§ 6), dass das Entladungspotential für eine gegebene Dicke verschieden ist, wenn verschieden gestaltete Elektroden angewandt werden. Baille[2]) und Paschen[3]) haben gezeigt, dass sich die Funkenpotentiale in Luft bei Anwendung von Kugelelektroden beträchtlich mit der Grösse der Elektroden ändern, und zwar dass bei kleinen Schlagweiten das Entladungspotential mit abnehmendem Kugelradius wächst. Etwas ähnliches findet auch bei tropfbar flüssigen Dielektricis statt, wie die folgenden Beobachtungen zeigen:

---

[1]) Warburg: Wied. Ann. Bd. LIV. S. 396.

[2]) Baille: Ann. d. Chim. et d. Phys. Ser. 5. Bd. XXV. S. 531; 1882.

[3]) Paschen: Wied. Ann. Bd. XXXVII. S. 79; 1889.

Tabelle XV. **Xylol.**

Schlagweite in Centimeter	mit Kugelelectroden, Radius 0,1 cm		mit Kugelelectroden, Radius 1 cm	
	Entladungspot. in C. G. S.-Einh.	Potential / Schlagweite	Entladungspot. in C. G. S.-Einh.	Potential / Schlagweite
0,0132	58,6	4440	—	—
0,0245	82,0	3345	13,5	3000
0,030	96,0	3170	79,0	2630
0,034	107,0	3140	85,0	2600
0,042	122,0	2900	97,0	2310
0,050	135,0	2700	106,0	2120

Discussion der Resultate.

§ 18. Maxwell[1]) hat die elektrische Festigkeit eines Dielektrikums definiert als „den Wert der elektrischen Intensität, welche in einem Dielektrikum bestehen kann, ohne dass (Funken-) Entladung stattfindet". Eine Betrachtung der hier bestimmten Werte der Potentialdifferenzen, welche Funkenentladung hervorrufen, zeigt, dass die Grösse, welche Maxwell als elektrische Festigkeit definiert, keineswegs eine Konstante für eines der untersuchten festen oder flüssigen Dielektrika ist.

Bei allen an festen Dielektricis gemachten Beobachtungen mit Kugel und Ebene als Elektroden ist der Abstand der Elektroden in allen Fällen so klein im Verhältnis zur Grösse der Elektroden, dass der Quotient $\frac{\text{Potentialdifferenz}}{\text{Funkenlänge}}$ der elektrischen Intensität nahezu gleich ist. Dieser Quotient ist für keinen der untersuchten festen Körper eine Konstante. Die Änderungen mit der Funkenlänge zeigen sich sehr deutlich in den in § 9 (Tabelle V.) angegebenen Resultaten.

Auch bei flüssigen Dielektricis ist die Veränderlichkeit der elektrischen Festigkeit, wie sie von Maxwell definirt wird, vollkommen klar.

Die grösste elektrische Intensität zwischen zwei gleichen Kugelelektroden kann berechnet werden mit Hilfe der Kirchhoff'schen Lösung des Problems der Verteilung der Elektrizität

[1]) Maxwell: Electricity and Magnetism. Vol. I. § 51.

über zwei Kugeln. Nach den Ausführungen von Schuster[1]) wird, wenn die kürzeste Entfernung der Kugeln klein ist im Verhältnis zu ihrem Radius, der Wert der grössten elektrischen Intensität zwischen zwei gleichen Kugeln vom Radius a und dem kürzesten Abstand e, die eine Potentialdifferenz V haben, durch die Gleichung gegeben:

$$\text{grösste Intensität} = J = \frac{V}{e}\left[1 + f\left(\frac{e}{a}\right)\right].$$

Wenn $\frac{e}{a}$ klein ist im Verhältnis zu 1, so wird der Ausdruck $f\left(\frac{e}{a}\right)$ durch die Reihe gegeben:

$$f\left(\frac{e}{a}\right) = \frac{1}{3}\ \frac{e}{a} + \frac{1}{45}\ \frac{e^2}{a^2} + \frac{73}{53760}\ \frac{e^3}{a^3} + \ldots,$$

die für Werte von $\frac{e}{a} < 0{,}1$ schnell konvergiert. Ist $\frac{e}{a}$ grösser, so führt eine andere Reihe zum Ziel, nämlich

$$f\left(\frac{e}{a}\right) = \frac{e\,(1+q)^2}{a\,(1-q)} \cdot \varphi\,(q), \text{ wo } q = \frac{\frac{e}{2} + a - \sqrt{\frac{e^2}{4} + ae}}{a}$$

und

$$\varphi\,(q) = \frac{1}{1-q^2} - \frac{3q}{1-q^6} + \frac{5q}{1-q^{10}} - \ldots + \frac{(-1)^{(n-1)}(2n-1)q^{(n-1)}}{1-q^{(4n-2)}} + \ldots \text{ist.}$$

Die letztere Reihe konvergiert schnell für Werte von $\frac{e}{a} > 0{,}1$ und kann also in unserm Falle gebraucht werden. Die aus diesen Formeln berechneten Werte von $f\left(\frac{e}{a}\right)$ sind in folgender Tabelle enthalten:

Tabelle XVI.

e/a	f (e/a)	e/a	f (e/a)	e/a	f (e/a)
0,01	0,00333	0,2	0,0684	1,0	0,5170
0,02	0,00667	0,3	0,1061	2,0	1,3380
0,03	0,01002	0,4	0,1500	3,0	2,2520
0,04	0,01339	0,5	0,1990	4,0	3,200
0,05	0,01672	0,6	0,2534	5,0	4,1720
0,06	0,02008	0,7	0,3132	6,0	5,1440
0,08	0,02680	0,8	0,3784	7,0	6,1260
0,10	0,03350	0,9	0,4465	8,0	7,1120

Die so berechneten Werte der elektrischen Intensität sind für keine Flüssigkeit konstant, sondern sie ändern sich nicht

[1]) Schuster: Phil. Mag. Ser. 5, Bd. 29, S. 182; 1890.

nur mit der Funkenlänge, sondern auch mit der Grösse der angewandten Elektroden.

Um die Grösse dieser Änderung zu zeigen, sind hier die Berechnungen aus den Beobachtungen an Xylol sowohl bei grossen wie auch bei kleinen Elektroden angegeben:

Tabelle XVII. **Xylol.**

Schlagweite in cm	Entladungs-Potential		Elektrische Intensität	
	mit Elektroden von Radius 1 cm.	mit Elektroden deren Radius =0,1 cm.	mit Elektroden deren Radius = 1 cm.	mit Elektroden deren Radius =0,1 cm.
0,024	72,0 C.G.S.-Einh.	80,5 C.G.S.	3020 C.G.S.	3610
0,032	83,2 „ „	103,0 „	2626 „	3470
0,044	97,0 „ „	126,0 „	2230 „	3340
0,050	106,0 „ „	135,0 „	2075 „	—
0,0635	125,0 „ „	—	2020 „	—
0,067	131,5 „ „	—	2005 „	—

Die an anderen Flüssigkeiten gemachten Berechnungen ergeben ganz ähnliche Resultate; in allen Fällen ist die elektrische Festigkeit durchaus nicht konstant. Diese Änderungen der elektrischen Festigkeit oder besser der grössten elektrischen Intensität sind auf den Tafeln graphisch dargestellt. (Siehe Tafel zum Schluss.)

§ 19. Andrerseits aber zeigen die Resultate der §§ 9, 10 und 15, dass für kurze Funkenlängen die Beziehung zwischen den Funkenlängen und den Potentialdifferenzen eine einfache ist, dass nämlich die Potentialdifferenz V, welche zur Funkenentladung zwischen Kugelelektroden von 2 cm Durchmesser und einer Entfernung d cm. nötig ist, durch die lineare Gleichung

$$V = \alpha\, d + \beta$$

gegeben wird, in welcher α und β zwei Koeffizienten sind, die für eine bestimmte Substanz konstant sind.

Im Folgenden sind neben den Werten der Konstanten α und β für jede Substanz Tabellen gegeben, welche die Potentialdifferenzen angeben, wie sie aus der Beobachtung und aus den Formeln erhalten werden, und dazu noch der Unterschied zwischen dem beobachteten und dem berechneten Werte in Prozenten. In weitaus der Mehrzahl der Fälle bleibt die Abweichung gänzlich innerhalb der Beobachtungsfehler des Experiments.

Tabelle XVIII, 1. **Glimmer** $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 18800 \\ \beta = 10 \text{ (C.G.S.Einh.)} \end{array} \right.$

Schlagweite in cm.	Entladungs-Potential		Differenz in Prozenten
	beobachtet	berechnet	
0,0031	68,8	68,28	0,7
0,0032	70,3	70,16	0,2
0,0035	77,5	75,96	2,0
0,0036	77,5	77,68	—0,2
0,0036	79,0	77,68	1,7
0,006	121,0	122,8	—1,5
0,006	124,0	—	1,0

Tabelle XVIII, 2. **Glas I** („709“) $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 420 \\ \beta = 41{,}5 \end{array} \right.$

Schlagweite in cm.	Entladungs-Potential (C.G.S.)		Differenz in Prozenten
	beobachtet	berechnet	
0,041	58,6	58,7	—0,2
0,055	67,0	64,6	3,6
0,058	68,9	65,9	4,0
0,061	71,1	67,9	5,0
0,100	77,0	83,5	—7,6
0,107	84,8	86,4	—2,0
0,110	87,5	87,7	—0,2
0,125	94,0	94,0	0
0,138	100,0	99,6	0,4
0,142	104,0	101,1	2,8
0,150	113,0	104,5	9,0
0,160	114,7	109,7	4,7
0,170	119,0	113,0	5,0
0,175	120,1	115,0	4,0
0,216	132,0	132,2	—0,1
0,220	133,0	133,9	—0,7
0,225	137,0	136,0	0,7
0,228	135,0	137,3	—1,7

Die Berechnungen aus den Resultaten, wie sie von Monti angegeben sind, ergeben für Paraffin folgendes:

Tabelle XVIII, 3. **Paraffin** $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 3560 \\ \beta = 17{,}2 \end{array} \right.$

Schlagweite in cm.	Entladungs-Potential (C.G.S.-Einh.)		Differenz in Prozenten
	beobachtet*	berechnet	
0,0156	72,7 Einh.	72,7	0
0,0219	95,8 „	95,1	0,7
0,0259	108,0 „	111,4	—3,1
0,0281	118,3 „	117,2	0,9
0,0359	145,0 „	145,0	0

* Mit Kugelelektroden von 0,8 cm Durchmesser.

Tabelle XVIII,4. **Terpentinöl** $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 1410 \\ \beta = 20 \end{array} \right.$

Schlagweite	Entladungs-Potential		Differenz in Prozenten
	beobachtet	berechnet	
0,0184 cm	46,0 C.G.S.-Einh.	45,94	0,1
0,0856 „	69,0 „ „	70,19	—1,7
0,046 „	86,8 „ „	84,9	2,0
0,065 „	111,7 „ „	111,7	0
0,066 „	112,0 „ „	113,1	—1,0
0,067 „	119,0 „ „	114,6	4,0
0,086 „	135,7 „ „	140,7	—3,6

Tabelle XVIII,5. **Petroleum** $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 1920 \\ \beta = 20{,}16 \end{array} \right.$

Schlagweite in cm.	Entladungs-Potential		Differenz in Prozenten
	beobachtet	berechnet	
0,016	46,0 C.G.S.-Einh.	51,1 C.G.S.	—10,0
0,026	72,0 „ „	70,1 „	2,7
0,028	74,5 „ „	73,9 „	0,8
0,0341	86,5 „ „	85,7 „	1,0
0,046	105,7 „ „	108,4 „	—2,6
0,052	121,0 „ „	120,0 „	0,9
0,053	118,5 „ „	121,9 „	—2,8

Tabelle XVIII,6. **Xylol** $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 1340 \\ \beta = 40 \end{array} \right.$

Schlagweite in cm.	Entladungs-Potential (C.G.S.)		Differenz in Prozenten
	beobachtet	berechnet	
0,024	72,0 Einheiten	72,1 Einheiten	—0,1
0,032	83,2 „	82,9 „	0,4
0,044	97,0 „	98,9 „	—2,0
0,054	110,0 „	112,3 „	—2,0
0,0595	118,5 „	119,7 „	—1,0
0,0635	125,0 „	125,4 „	—0,1
0,064	125,6 „	125,7 „	0,1
0,0675	131,5 „	130,7 „	0,8

§ 20. Zusammenstellung der Resultate.

Die erhaltenen Resultate und die aus ihnen gezogenen Folgerungen lassen sich folgendermassen zusammenstellen:

1) Das Funkenpotential für eine gegebene Dicke eines festen Dielektrikums ändert sich nur in geringerem Maasse mit der Polarität der Elektroden, wenn ungleiche Elektroden angewandt werden; es hängt von der Gestalt der Elektroden

ab und zwar ist es kleiner, wenn Spitze und Ebene, als wenn Kugel und Ebene benutzt werden; es ändert sich nicht mit der Temperatur des Dielektrikums innerhalb der Temperaturgrenzen von 0° und 100° C.

2) Die Funkenentladung durch feste Dielektrika hindurch wird in den meisten Fällen beträchtlich erleichtert durch Schwankungen in der angewandten Potentialdifferenz.

3) Die Entladungspotentiale verschiedener Glassorten weichen sehr von einander ab; ordnet man die verschiedenen Glassorten nach ihren Entladungspotentialen in eine Reihe, so bleibt diese Reihe ungeändert, wenn man die Glassorten nach ihrem specifischen Widerstande bei 220° C. ordnet. Ähnlich ist bei Quarz das Entladungspotential kleiner in der Richtung der optischen Achse des Krystalls, als in der zu ihr senkrechten. An Flüssigkeiten konnte eine ähnliche Beziehung nicht nachgewiesen werden.

4) Bei flüssigen Dielektricis ändert sich die Entladungs-Potentialdifferenz, wenn man Kugelelektroden anwendet, für eine gegebene Funkenlänge wesentlich mit der Grösse der benutzten Elektroden, und zwar ist für Funkenlängen von weniger als 0,1 cm das Entladungspotential um so grösser, je kleiner die Elektroden sind.

5) Bei flüssigen und festen Dielektricis ist die von Maxwell definierte elektrische Festigkeit für keine einzige Substanz konstant, indem sie sich sowohl mit der Grösse der Elektroden als auch mit der Funkenlänge ändert.

6) Die Beziehung zwischen der Entladungs-Potentialdifferenz V und der Funkenlänge d für flüssige und feste Dielektrika kann, wenn Kugelelektroden oder wenn (im Falle fester Dielektrika) Kugel und Ebene angewandt werden, sehr nahezu durch die Gleichung

$$V = \alpha\, d + \beta$$

ausgedrückt werden, in welcher α und β Konstante sind, die für verschiedene Substanzen verschieden sind.

Die Werte dieser Konstanten sind für die verschiedenen Substanzen, für welche sie — in C.G.S.-Einheiten — bestimmt wurden, folgende:

*

Tabelle XIX. **Konstante.**

Substanz	α	β
Glas I. („709“)	420	41,50
Glimmer	18800	10.
Paraffin (nach Monti)	3560	17,2
Terpentinöl	1410	20,0
Petroleum	1920	20,16
Xylol	1340	40,0
Benzol	1750	21,1

Die folgende Tabelle, in welcher für die verschiedenen Substanzen die elektrische Festigkeit für eine gegebene Dicke und das Entladungspotential für dieselbe Dicke zusammen mit dem geschätzten Funkenpotential für die Dicke von 0,1 cm angegeben sind, ist aufgestellt, um eine Vergleichung der verschiedenen Dielektrika zu ermöglichen.

Tabelle XX. **Zusammenstellung.**

Substanz	Schlagweite in cm.	Entladungs-Potential in C.G.S.-Einh.	Elektrische Festigkeit (C.G.S)	Entladungspot. für Schlagweite von 0,1 cm.
Glas I.	0,041	58,6	1440	83,5
	0,220	133,0	645	
Glas IV.	0,149	118,0	800	*97,0
Glas V.	0,076	127,0	1710	*143,0
Glas VI.	0,041	110,0	2710	*156,0
Glas XI.	0,041	138,0	3410	*196,0
Glimmer	0,0032	70,3	22000	1890
	0,006	124,0	20600	
Quarz: Schnitt				
⊥ zur opt. Axe	0,02	77,5	3870	300±50
∥ „ „ „	0,02	101,0	5050	400±50
Paraffin	0,0156	72,7	4660	375
	0,0359	145,0	4030	
Ebonit	0.015	> 140	> 9000	> 800±100
Terpentinöl	0,0184	46,0	2520	161
	0,066	112,0	1730	
Petroleum	0,026	72,0	2800	212
	0,052	121,0	2370	
Xylol	0,024	72,0	3020	174
	0,0675	131,5	2005	
Benzol	0,045	98,5	2225	194 (?)
	0,054	114,8	2170	

* Diese Werte, welche unter der Annahme berechnet wurden, dass α von der Glassorte unabhängig ist, sind nur als Schätzungen zu betrachten.

Ich möchte zum Schluss Herrn Prof. Dr. E. Warburg für seine Anregung zu der vorliegenden Arbeit und vielfache Unterstützung bei der Durchführung meinen wärmsten Dank ausdrücken.

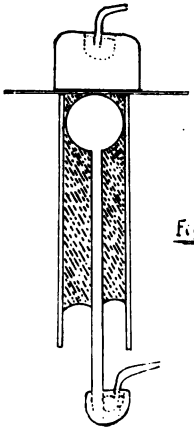


Fig. 1.

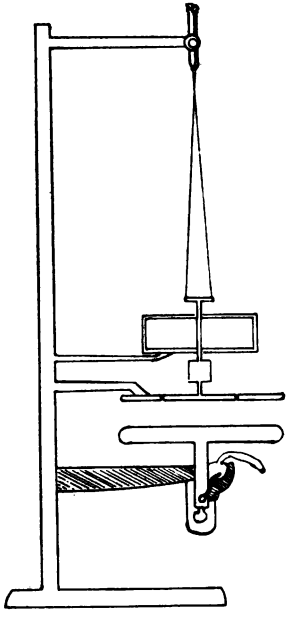


Fig. 2.

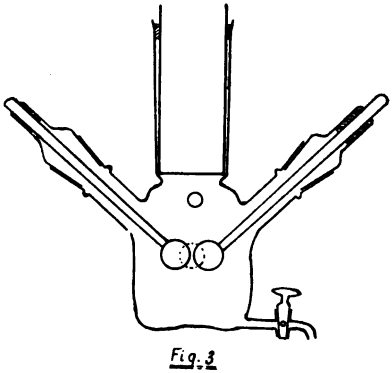
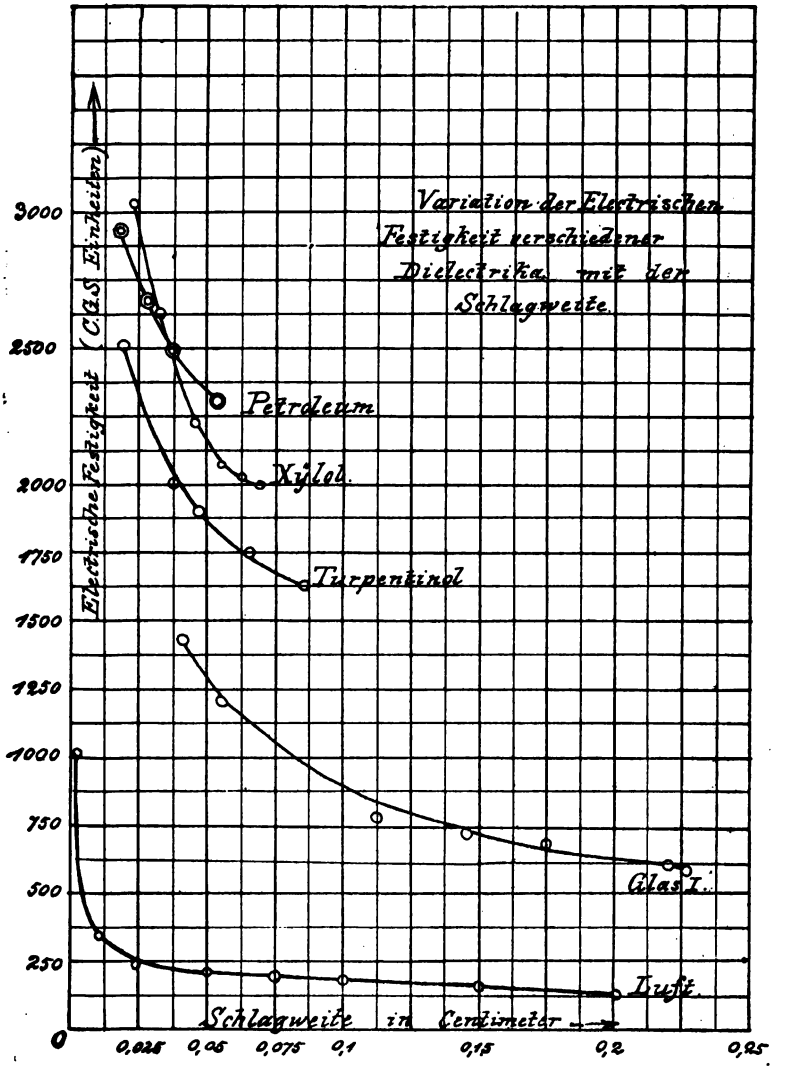


Fig. 3


Variation der Elektrischen Festigkeit verschiedener Dielectrika mit der Schlagweite.
Elektrische Festigkeit (CGS Einheiten)
3000
2500
2000
1750
1500
1250
1000
750
500
250
0
Petroleum
Xylol
Terpentinol
Glas I.
Luft
Schlagweite in Centimeter
0,025
0,05
0,075
0,1
0,15
0,2
0,25

Lebenslauf.

Am 13. Oktober 1875 wurde ich, John Edwin Almy, Sohn des Farmers Horace M. Almy und der Abbie C. Almy, geb. Grinnell, geboren. Ich bekenne mich zur evangelischen Lehre.

Im Jahre 1879 sind meine Eltern nach Greenwood, Nebraska, U. S. A. gezogen, wo ich bis zum vierzehnten Jahre die öffentliche Schule besuchte. Nachdem ich mich zwei Jahre in der Vorbereitungsschule der Universität weiter gebildet, wurde ich im September 1892 an der „University of Nebraska“ in Lincoln angenommen, woselbst ich 1896 die Baccalaureuswürde erwarb. Im folgenden Jahre habe ich mich besonders dem Studium der Physik gewidmet; und meine Alma mater verlieh mir den Magistertitel. Eine Arbeit in der Experimentalphysik, die ich in diesem Jahre gefertigt habe, betitelt: „Concerning accidental Double-Refraction in Liquids“ wurde, im Auszug, in „The Philosophical Magazine“ Vol 44, 1897, London, veröffentlicht.

Um meine Studien weiter zu verfolgen, reiste ich nach Berlin, wo ich im October 1897 an der Friedrich-Wilhelms-Universität immatriculiert wurde. Hier habe ich hauptsächlich die Vorlesungen der Herren Professoren Fischer, Fuchs, Paulsen, Planck, Warburg und van't'Hoff gehört. Diesen hochverehrten Herren, insbesondere den Herren Professoren Fuchs, Planck und Warburg gestatte ich mir für die Liebenswürdigkeit, womit sie meine Studien gefördert haben, hiermit meinen herzlichsten Dank auszudrücken.

Thesen.

I.

Die Maxwell'sche Definition der elektrischen Festigkeit ist unzulänglich.

II.

Beim Studium sowohl wie beim Aufbau einer Theorie ist den in Betracht kommenden Hypothesen und Anschauungen eine grosse Bedeutung beizulegen.

III.

Die Beibehaltung der Philosophie als vorgeschriebenes Nebenfach zur Erlangung der Doktorwürde ist sehr wünschenswert.

Gedruckt bei Carl Salewski, Berlin C., Neue Friedrichstr. 44.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY
BERKELEY

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

Books not returned on time are subject to a fine of 50c per volume after the third day overdue, increasing to $1.00 per volume after the sixth day. Books not in demand may be renewed if application is made before expiration of loan period.

SEP 6 1917

SEP 6 1917

50m-7,'16

YC 11022

QC 703
A4
140062